

INTERNATIONAL APPLICATION
AS ORIGINALLY FILED

明 細 書

無線受信機および無線送信機

技術分野

- [0001] この発明は、搬送波や局部発振信号などを発生する発振回路の周波数ドリフトによる影響を回避する無線受信機および無線送信機に関する。

背景技術

- [0002] キーレスエントリースystemのように短い制御コードを短時間に送受信する無線通信では、対象ごとに割り振られた識別コードや制御コードなどの情報の乗った無線信号を無線送信機が送信するとともに、無線受信機で無線信号を受信してコードを復調し、その復調したコードをもとに制御装置で対象の認証やドアの施開錠などを行う。
- [0003] このような無線通信を実現するためには、無線送信機が搬送波となる高周波信号を発振する発振回路を備え、無線受信機が周波数変換のための局部発振回路を備え、そして、無線送信機からの無線信号の搬送波の周波数と無線受信機の局部発振回路の周波数とがともに所定の値に安定化した状態で無線信号の送受信を行う必要がある。
- [0004] しかし、無線信号の送受信を行うために必要な発振回路には、一般に温度変化や回路定数の経時変化、共振器の経時変化により発振周波数に変化する周波数ドリフトが生じる場合がある。このような周波数ドリフトによって無線送信機から送信される無線信号の搬送波周波数や、無線受信機の局部発振回路の発振周波数が所定の値からずれると、受信機における、無線信号と局部発振信号との混合により得られる中間周波信号の周波数が所定の値からずれてしまう。そして、この中間周波信号のずれが増大すると無線信号の送受信が行えなくなるといった問題があった。
- [0005] なお、無線信号の周波数帯域を広くとった場合には、若干の周波数ドリフトが生じてても周波数ずれの問題は無視できるが、その一方で、無線信号の周波数帯域が広くなると無線信号を受信する際の信号雑音が比例して大きくなり、受信感度が低下してBER(Bit Error Rate)などの通信信頼性が悪化してしまうという問題もある。その

ため、無線信号の周波数帯域を狭くすることで通信信頼性を改善させる必要がある。

[0006] 通常、上述のような無線信号の周波数帯域を狭くするという条件のもとで無線信号の送受信を行う必要があるときには、TCXOなどの温度補償機能を持った発振器を基準発振用信号源として用いることで、無線信号の周波数帯域を狭くしたままでも通信信頼性を悪化させずに周波数ドリフトによる影響を回避する方法がとられる。この方法によれば温度補償機能を持った発振器を用いて周波数ドリフトを抑制するため、無線信号の周波数帯域を狭帯域化しても無線信号の送受信が安定して行える。しかしTCXOなどの温度補償機能をもった発振器を用いる場合、発振器の単価が単純な発振器と比べて比較的高く、無線通信システム全体のコストアップ要因となってしまうという問題がある。

[0007] そのため、TCXOなどの温度補償機能を持った発振器を用いずに、周波数ドリフトによる影響を補正して通信を実現する無線通信システムが特許文献1および2で提案されている。

特許文献1では、伝達すべき情報を送る前に、予め無線送信機側からビット同期信号を含む信号をFSK変調して送信し(Preamble方式)、無線受信機側ではその信号を受信し、受信信号レベルが最大となる周波数に局部発振回路を制御する。この特許文献1に記載されている無線システムは、予め搬送波周波数に対応した周波数に無線受信機の局部発振回路の周波数を合わせて同期させることで通信の確立を保證している。

[0008] また、特許文献2においては無線受信機側で局部発振回路の発振周波数を掃引するとともに、受信信号強度(RSSI:Radio Signal Strength Indicator)を監視し、受信信号強度のレベルが大きくなったときに掃引を停止し局部発振回路の発振周波数を調整する。また、この受信信号強度が大きくなった時には、IF信号フィルタの帯域を広いものから狭いものに切り替えることでBERを抑制し受信感度を向上させる。

[0009] これらの特許文献1および2に記載の通信システムにおいては、無線信号の周波数帯域を狭帯域化しても周波数ドリフトによる影響を回避することができるが、その反面、特許文献1に記載のようなPreamble方式の通信システムではビット同期信号などと

無線信号とを切り替える回路が必要があり、複雑で大きな回路が必要であった。また、特許文献2に記載の通信システムにおいても、RSSI監視回路や複数のフィルタや、フィルタの切換え回路などが必要であるために回路が複雑で大きいものであり、さらに、通信信頼性が悪化する問題を有するものであった。このように従来の方法は、部品点数の増加やIC面積の増大を招き、無線通信システム全体としてのコストアップ要因となるという新たな問題を有するものであった。

特許文献1:特開平08-139773号公報

特許文献2:特開平11-348732号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0010] 上述のように従来の手法でも、無線信号の周波数帯域を狭帯域化して通信信頼性を確保しながら周波数ドリフトによる影響を回避することができていたが、同時に、回路が複雑化し、部品点数の増加やIC面積の増大を招き、全体としてのコストアップ要因となるという問題を有していた。

[0011] そこで本発明は、通信信頼性を確保しながら周波数ドリフトによる影響を回避し、しかも、簡易で低コストな無線受信機および無線送信機を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] (1)本発明の無線受信機は、無線信号を送信する無線送信機の搬送波周波数の周波数ドリフト幅以上の周波数帯域幅で、又は局部発振回路の発振周波数の周波数ドリフト幅以上の周波数帯域幅で、局部発振回路の発振周波数を止めることなく繰り返し掃引する発振周波数制御回路を設けたことを特徴とする。なお、この際、途中の何らかの周波数で掃引を止めることはしない。

[0013] このように局部発振信号の発振周波数が掃引されることにより、次に述べるように搬送波に乗った送信信号の復調が可能となる。

先ず、無線信号と局部発振信号とを混合して中間周波信号に変換するスーパーヘテロダイン方式の無線受信機について考える。スーパーヘテロダイン方式の場合、局部発振信号の発振周波数が掃引されると、それにともない中間周波信号の周波数が掃引されることになる。

- [0014] ここで、無線送信機からの搬送波に周波数ドリフトが生じているとする。この場合、搬送波の周波数ドリフト幅以上の周波数帯域幅で無線受信機の局部発振回路の周波数を掃引すると、中間周波信号の周波数は設計値を含む周波数帯域にわたって変化するため、掃引中に一時的に中間周波数信号が無線信号の受信可能な周波数となり、送信信号の復調が可能となる。このようにして、搬送波周波数のドリフトが結果的に吸収されることになる。
- [0015] また、無線受信機の局部発振信号に掃引のための信号を加えない状態において、本来あるべき値からの周波数ドリフトが生じているとする。この場合、局部発振信号の周波数ドリフト幅以上の周波数帯域幅で無線受信機の局部発振回路の周波数が掃引されると、この場合も中間周波信号の周波数は設計値を含む周波数帯域にわたって変化するため、掃引中に一時的に中間周波数信号が無線信号の受信可能な周波数となり、送信信号の復調が可能となる。このようにして、局部発振信号の周波数ドリフトが結果的に吸収されることになる。
- [0016] 次に、たとえば直交検波器を用いて、アンテナからの高周波信号に局部発振信号を直接掛け合わせてベースバンドの直交信号に変換して復調を行うダイレクトコンバージョン方式の無線受信機について考える。ダイレクトコンバージョン方式の場合、局部発振信号の周波数で搬送波周波数が選択されることになるので、局部発振信号の発振周波数が掃引されると、受信される搬送波周波数が等価的に掃引されることになる。
- [0017] ここで、無線送信機からの搬送波に周波数ドリフトが生じているとする。この場合、その周波数ドリフト幅以上の周波数帯域幅で無線受信機の局部発振回路の周波数が掃引されると、受信される搬送波周波数が設計値を含む周波数帯域にわたって変化するため、掃引中に一時的に所定の搬送波周波数の無線信号が受信され、復調されることになる。このことにより、搬送波周波数のドリフトが結果的に吸収されることになる。
- [0018] また、無線受信機の局部発振信号に掃引のための信号を加えない状態において、本来あるべき値からの周波数ドリフトが生じているとする。この場合、局部発振信号の周波数ドリフト幅以上の周波数帯域幅で無線受信機の局部発振回路の周波数が掃

引されると、この場合も受信される搬送波周波数が設計値を含む周波数帯域にわたって変化するため、掃引中に一時的に所定の搬送波周波数の無線信号が受信され、復調されることになり、局部発振信号の周波数ドリフトが結果的に吸収される。

[0019] このようにして、従来のように無線送信機—無線受信機間で互いの周波数ドリフトを検知してフィードバックや同期をとるといったことが不要となり、簡易な回路構成で周波数ドリフトの影響を回避することができる。

[0020] (2)また、本発明の無線送信機は、無線信号を受信する無線受信機の局部発振周波数の周波数ドリフト幅以上の周波数帯域幅で、又は発振回路の発振周波数の周波数ドリフト幅以上の周波数帯域幅で、発振回路の発振周波数を止めることなく繰り返し掃引する発振周波数制御回路を設けたことを特徴とする。なお、この際、途中の何らかの周波数で掃引を止めることはしない。

このように無線送信機側で発振回路の発振周波数が掃引されることにより、無線受信機側で次に述べるように搬送波に乗った送信信号の復調が可能となる。

無線送信機側での発振回路の発振周波数が掃引されると、それにともない搬送波の周波数が掃引されることになる。

[0021] ここで、無線送信機の発振回路の発振周波数に掃引のための信号を加えない状態において、本来あるべき値からの周波数ドリフトが生じているとする。この場合、この周波数ドリフト幅以上の周波数帯域幅で無線送信機の発振回路の周波数を掃引すると、搬送波の周波数は設計値を含む周波数帯域にわたって変化するため、掃引中に一時的に搬送波の周波数が、設計値である無線受信機の受信可能な周波数となり、送信信号の復調が可能となる。このようにして、搬送波周波数のドリフトが結果的に吸収されることになる。

[0022] また、無線受信機の局部発振信号に周波数ドリフトが生じているとする。この場合、局部発振信号の周波数ドリフト幅以上の周波数帯域幅で無線送信機の発振回路の周波数を掃引すると、搬送波の周波数は無線受信機の局部発振信号の周波数ドリフト分を含む周波数帯域にわたって変化するため、掃引中に一時的に搬送波の周波数が、無線受信機における無線信号の受信可能な周波数となり、送信信号の復調が可能となり、局部発振信号の周波数ドリフトが結果的に吸収される。

[0023] このようにして、従来のように無線送信機—無線受信機間で互いの周波数ドリフトを検知してフィードバックや同期をとるといったことが不要となり、簡易な回路構成で周波数ドリフトの影響を回避することができる。

[0024] (3)また、本発明の送信信号は、誤り訂正符号を含むデジタルデータ信号である。

[0025] そのため、デジタルデータ信号のコードの全部を受信できず、ある程度BERなどの通信信頼性が悪い場合でも、コードを回復させ、所定の制御などを行うことができる。

[0026] (4)また、本発明の送信信号は、発振周波数制御回路により発振周波数を掃引する繰り返しの周期内に、同一内容のコードが繰り返されるデジタルデータ信号である。

[0027] このように比較的短いコードを用いて同一内容のコードを繰り返し送信すると、そのコードのそれぞれが短時間で情報伝達されることになり、無線受信機での受信および復調が可能となる時間が短くても、その時間内で通信が可能となる。また、同一内容のコードを複数回送受信するため、掃引により周波数に変化する周波数帯域の略全域にわたって同一内容のコードが送受信される。そのため、複数回受信する同一内容のコードのうち、BERなどの通信信頼性が最も良好な状態での送信信号の復調が可能となり、高品位な通信を行うことができる。

[0028] (5)また、本発明の発振周波数制御回路は、前記掃引の繰り返しの周期内で周波数を直線的に変化させる。そのため、掃引により生じる周波数変化の波形が三角波状となる。

発明の効果

[0029] 本発明によれば、簡易な回路でありながら低精度な発振回路の周波数ドリフトの影響を吸収して無線送信機—無線受信機間での通信の確立を保證することができる。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]第1の実施形態に係る無線受信機の構成のブロック図である。

[図2]第2の実施形態に係る無線受信機の構成のブロック図である。

[図3]第3の実施形態に係る掃引波形と無線信号との概念図である。

[図4]第4の実施形態に係る無線受信機の構成のブロック図である。

[図5]第5の実施形態に係る無線送信機の構成のブロック図である。

符号の説明

- [0031] 1ー空中線
- 2ーVCXO
- 3ー周波数選倍器
- 4ーミキサ回路
- 5ー掃引発生回路
- 6ーBPF
- 7ー周波数弁別器
- 8ーコンパレータ
- 9ー位相比較回路
- 10ー合算回路
- 11ーLPF
- 12ーVCO
- 13、14ー分周回路
- 15ー電圧制御共振回路
- 16ーコード発生器
- 20ー増幅回路
- 21ー弾性表面共振子
- 22ー可変容量ダイオード
- 23、24ー周波数制御端子
- 25ースイッチ回路
- 26ー位相器
- 27ー直交検波回路
- 50ーPLLシンセサイザー
- 51ー高周波増幅器
- 52ー中間周波増幅器

53—直流増幅器

54—増幅器

56—水晶発振器

57—反転増幅器

100—無線受信機

発明を実施するための最良の形態

[0032] 本発明を実施する好適な形態として、FSK方式の無線信号を受信するスーパーヘテロダイン型無線受信機の発振周波数を掃引する第1の実施形態を以下に示す。

[0033] 図1に、第1の実施形態の構成のブロック図を示している。

[0034] この実施形態において無線受信機100は、空中線1から315MHz帯の搬送波の無線信号を受信して、高周波増幅器51に出力する。また、電圧制御型の38MHzの発振器VCXO2の発振信号を周波数通倍器3で8通倍し、そのVCXO2と周波数通倍器3とから局部発振回路を構成する。周波数ドリフトの無い理想的な状態で、且つ掃引を行わない場合においては、VCXO2の38.0375MHzの周波数を周波数通倍器3により8通倍することにより、304.3MHzの局部発振信号を得る。また、この局部発振信号と315MHzの搬送波とをミキサ回路4により混合することで10.7MHzの中間周波信号(以下、IF信号という。)を得る。

[0035] 実際には、無線送信機からの無線信号の搬送波の周波数、無線受信機100の局部発振回路の局部発振信号、ともに周波数ドリフトが生じるため前記の周波数にはそれぞれ多少なりとも周波数ずれが生じる。そのため、ここでは、VCXO2の制御端子に掃引発生回路5からの掃引信号を印加し発振周波数を掃引する。なお、この掃引発生回路5では、掃引途中の何らかの周波数で掃引を止めることはしない。

[0036] 掃引された局部発振信号と空中線1より受信した無線信号とをミキサ回路4で混合してIF信号とし、このIF信号を後段のバンドパスフィルタ6によりフィルタリングし、2つの中間周波増幅器52A、52Bを介して周波数弁別器7に出力する。周波数弁別器7ではFM検波し、直流増幅器53を介してコンパレータ8に出力する。コンパレータ8ではデジタル信号復調を行う。

[0037] 例えば無線信号の搬送波周波数が周波数ドリフトにより1.5MHzずれた313.5M

Hzの場合では、掃引発生回路5を用いないと局部発振信号の周波数が所定の304.3MHzのままである。そのため、IF信号の周波数が9.2MHzとなり、前述の10.7MHzという規定のIF信号の周波数からずれてしまつて、無線信号が受信できず送信信号の復調ができなくなってしまう。

[0038] それに対して、本発明のように掃引発生回路5を用いて、例えば5MHzの周波数帯域幅で掃引を繰り返す場合を考えると、局部発振周波数は304.3MHzを中心として、上下2.5MHzの幅で掃引される。すると、掃引中に局部発振周波数が302.8MHzになったときにIF信号の周波数がちょうど規定の値である10.7MHzになり、送信信号の復調ができるようになる。局部発振周波数の掃引幅が5MHzなので、周波数のずれが±2.5MHz以内である312.5～317.5MHzの範囲内に搬送波周波数があれば同様に送受信が可能となる。なお、掃引を途中で止めるということはないので、IF信号の周波数が送受信可能な範囲に入るのは短時間である。

[0039] また、仮に搬送波の周波数が所定の315.0MHzのままで、局部発振信号の周波数が所定の304.3MHzから1.5MHzずれて302.8MHzである場合には、通常は同様にIF信号の周波数が規定の10.7MHzからずれて9.2MHzになってしまつて送信信号の復調ができなくなる。しかし本実施形態では、局部発振回路の周波数を例えば5MHzの周波数帯域幅で上下2.5MHz掃引する。すると、周波数ドリフトにより局部発振信号が1.5MHzずれていても、そのずれた局部発振信号の周波数が掃引され、局部発振周波数が所定の304.3MHzになる時間ができる。そのため、IF信号が規定の10.7MHzとなり、その時に送信信号の復調ができるようになる。このように周波数ドリフトによる局部発振回路の周波数のずれが±2.5MHz以内である301.8MHz～306.8MHzの範囲内に局部発振回路の発振周波数があれば同様に無線信号が受信可能となる。なお、この場合にも掃引を途中で止めるということはないので、IF信号の周波数が送受信可能な範囲に入るのは短時間である。

[0040] さらに、搬送波周波数と局部発振回路の掃引範囲の中心周波数の両方がずれていたとしても、掃引範囲のどこかでIF信号の周波数が規定の範囲内になる時間がありさえすれば受信は可能となる。よって、局部発振回路の掃引範囲は、想定される又は許容される、送信機側、受信機側両方のずれの最大値に基づいて決めればよい。

- [0041] なお、本発明はこの実施形態に限らず、FSK方式の代わりに、ASK方式のデジタルデータ変調方式や、アナログデータ変調方式などにも同様に適用可能である。またダブルスーパーヘテロダイン方式などの無線受信機に適用してもよい。
- [0042] また、FSK復調を行う回路には周波数弁別器以外にも、レシオ検波、フォスター検波、スロープ検波などの検波回路を用いてもよい。また、掃引波形は、三角波、階段波などの波形にしてもよく、階段波状の波形を発生させる際には、デジタル値を発生させるカウンタ回路にアナログ／デジタル変換回路を接続して掃引発生回路とし、掃引発生回路によりアナログ変換されたカウンタ値を掃引信号として発生させるとよい。
- [0043] 次に、本発明を実施する好適な形態として、QPSK方式の無線信号を受信するダイレクトコンバージョン型無線受信機の、局部発振周波数を掃引する第2の実施形態を以下に示す。図2には、この実施形態の構成のブロック図を示している。
- [0044] ダイレクトコンバージョン方式の無線受信機においては、直交検波器を用いて、アンテナからの高周波信号に局部発振信号を直接掛け合わせてベースバンドの直交信号に変換して復調を行う。局部発振信号の周波数で搬送波周波数が選択されることになるので、局部発振信号の発振周波数が掃引されると、受信される搬送波周波数が等価的に掃引されることになる。
- [0045] この実施形態において無線受信機100は、空中線1から無線信号を受信して、2つの高周波増幅器51A、51Bを介して増幅した信号を、2つの直交検波回路27A、27Bのそれぞれに出力する。また、電圧制御型の発振器VCXO2の発振信号を周波数逡倍器3で逡倍し、そのVCXO2と周波数逡倍器3とから局部発振回路を構成する。さらに、この局部発振回路からの局部発振信号を位相器26により90°位相差の2つの信号として直交検波回路27A、27Bのそれぞれに出力する。ここで、VCXO2の周波数制御端子に掃引発生回路5により掃引波形を印加することにより、局部発振周波数を掃引する。なお、この掃引発生回路5では、掃引途中の何らかの周波数で掃引を止めることはしない。直交検波回路27Aは無線信号と局部発振信号とを直接掛け合わせてベースバンドの直交信号に変換しLPF11Aと増幅器54Aとを介して出力する。また、直交検波回路27Bは無線信号と局部発振信号とを直接掛け合わせて

ベースバンドの直交信号に変換しLPF11Bと増幅器54Bとを介して出力する。

- [0046] ここで、無線送信機からの搬送波に周波数ドリフトが生じているとする。この場合、その周波数ドリフト幅以上の周波数帯域幅で無線受信機の局部発振回路の周波数が掃引されると、受信される搬送周波数が設計値を含む周波数帯域にわたって変化する。そのため、掃引中に一時的に局部発振信号の周波数で実際の搬送波周波数を選択することができ、無線信号を受信し送信信号を復調することができる。このようにして、搬送波周波数のドリフトが結果的に吸収されることになる。
- [0047] また、無線受信機の局部発振信号に周波数ドリフトが生じているとする。この場合、局部発振信号の周波数ドリフト幅以上の周波数帯域幅で局部発振信号の周波数を掃引すると、この場合も受信される搬送波周波数が設計値を含む周波数帯域にわたって変化する。そのため、掃引中に一時的に規定の搬送波周波数の無線信号が受信され、復調されることになる。このようにして、局部発振信号の周波数ドリフトが結果的に吸収されることになる。
- [0048] 次に、本発明の実施に好適な第3の実施形態として、掃引信号の波形をノコギリ状にして掃引を行うスーパーヘテロダイン型無線受信機でのキーレスエントリースystemを示す。なおキーレスエントリースystem以外にも、短い制御コードを送受信する無線通信のsystemであれば同様にして適用することができる。
- [0049] 受信装置の周波数掃引波形を図3(A)に示し、送信されてくる無線信号のデータ信号の概念図を図3(B)に示す。
- [0050] この例では、無線信号を送信してくる無線送信機は、自動車の鍵と一体に形成された、いわゆるキーレスエントリースystemのキーであり、315MHz帯の周波数の無線信号をパルスバースト信号として送信する。さらに、ひとつのバーストには、制御信号や識別コード、FEC方式の誤り訂正符号などをビット/バイトインターリーブ方式で重畳する。すると、無線受信機側ではある程度のBERにおいてもデータの復調が可能となり、ビット/バイトインターリーブ方式としているために、マルチパス環境などにも対応可能となる。また、利用者のキーの操作の間に同一内容の情報の乗ったバースト部分(bit列)が複数回くり返し送信される。
- [0051] ここで、データ通信速度を2400bpsとし、ひとつのバーストに乗せる情報量を25bit

とする。すると、図3(B)に示すひとつのバーストは約10.4ms(時間T3)で送信される。また、キーレスエントリースシステムの利用者が無線送信機であるキーの操作を約1s(時間T1)行う場合、利用者の操作により時間T1の間に約96バーストが同一内容で繰り返し送信される。

[0052] また、無線受信機では、図3(A)に示す200msの周期(時間T2)で、掃引発生回路がノコギリ波状の掃引信号を局部発振回路の制御端子に印加すると、掃引の周期(T2)において無線送信機が約18バーストを送信することとなる。

[0053] また、IF信号から送信信号を復調できる周波数は400kHzを中心とした ± 25 kHzの周波数帯域幅を持ち、400kHzを中心とした ± 150 kHzの周波数帯域幅で掃引を行う場合、IF信号の周波数が、この ± 25 kHzの周波数帯域にある時間は図3(C)に示す約33ms(時間T4)となる。この時間T4においては、約3.2バーストの送受信が可能となる。

[0054] そのため、キーレスエントリースシステムの無線信号を復調し、無線信号に重畳されていた自動車ごとの識別コードにより、無線送信機の認証を行い、識別コードの認証に成功した場合には、制御コードの指定する動作、例えばドアの開錠を制御することができる。

[0055] 以上のキーレスエントリースシステムの例のように、情報量が少ない場合には、短時間の無線通信でひとつのバースト信号を伝達することができる。そのため、IF信号が復調可能な所定の周波数になっている時間が短くてもひとつのバースト信号に含まれる情報のほとんどが伝達可能となる。また、無線送信機から同一内容の無線信号が繰り返し送信されるため、無線受信機では同一内容のバーストを複数回受信でき、複数のバーストのうちもっとも良いBERとなるバーストで受信した情報の復調を行うことで、掃引を行わない場合よりもBERを抑制し高品位な無線信号の送受信が可能となる。

[0056] ここで、周波数ドリフトの影響により、無線受信機の搬送波の周波数にずれが生じた場合について説明する。図3(C)においてずれた信号を実線A、ずれる前の設計値の信号を破線Bで示す。

[0057] キーレスエントリースシステムのキーからの搬送波周波数に周波数ドリフトが発生して

いる場合、IF信号の周波数が破線Bから実線Aへとずれてしまう。すると、ずれる前は復調可能な周波数たとえば10.7MHz周辺のIF信号となっていた区間B1のバースト信号が、復調可能でない周波数のIF信号になってしまう。しかし、新たに区間A1のバースト信号が、局部発振信号との混合により復調可能な10.7MHzの周波数のIF信号となるため、たとえ周波数ドリフトが生じたとしても、IF信号を復調可能な所定の周波数とすることができる。

[0058] また、複数のバーストが受信できた場合には、その中に比較的良好なBERとなるバーストが含まれているので、掃引を行わない場合よりもBERを抑制し高品位な無線信号の送受信が可能となる。

[0059] 次に、第4の実施形態として、無線受信機の局部発振回路をPLLシンセサイザで構築する例を示す。PLLシンセサイザを使うと局部発振周波数の選択範囲をより広げることができる。この実施形態における無線受信機のブロック図を図4に示す。

[0060] 無線受信機100は、空中線1から315MHz帯の搬送波の無線信号を受信して、高周波増幅器51に出力する。

[0061] また、PLLシンセサイザ50において、分周回路13はVCO12の発振信号を分周し、位相比較器9の一方の入力に与える。また、基準信号源である水晶発振器56と反転増幅器57とからなる共振回路の発振信号を分周回路14により分周し、位相比較器9の他方の入力に与える。この分周回路13と分周回路14とからの、2つの信号の位相を位相比較器9により比較し、位相比較器9の後段に設けた合算回路10により、掃引発生回路5からの掃引信号と位相比較器9の出力とを合算する、合算した信号をLPF11によりフィルタリングしてループ特性を決定し、LPF11の出力をVCO12の周波数制御端子へ与える。これによりVCO12は掃引された局部発振信号を増幅器54を介してミキサ回路4に出力する。

[0062] また、この局部発振信号と315MHzの搬送波とをミキサ回路4により混合することで10.7MHzの中間周波信号(以下、IF信号という。)を得る。

[0063] 掃引された局部発振信号と空中線1より受信した無線信号とをミキサ回路4で混合してIF信号とし、このIF信号を後段のバンドパスフィルタ6によりフィルタリングし、2つの中間周波増幅器52A、52Bを介して周波数弁別器7に出力する。周波数弁別器7で

はFM検波し、直流増幅器53を介してコンパレータ8に出力する。コンパレータ8ではデジタル信号復調を行う。

- [0064] PLL回路においては、通常、常に所定周波数の信号を出力しようとする。しかし、VCO12の発振周波数が所定値からずれていると、VCO12の発振周波数がその所定値に安定するようにVCO12の印加電圧が制御される。そのため、VCO12の発振周波数はPLLシンセサイザ50のPLLループの時定数に従って、緩やかに所定の周波数に同調する。
- [0065] ここで、三角波状などの波形の掃引信号を掃引発生回路5により発生させ、合算回路10により位相比較器9の出力と合算させる。本来のPLL回路は、位相比較器9の出力がLPF11にそのまま入力されて適正な帰還がなされるが、このように掃引発生回路5を設けたことにより、帰還量に送信信号が外乱として重畳されることになる。その結果、PLLシンセサイザ50からの出力である局部発振信号の周波数が時間とともに掃引される。但し、掃引信号によりVCO12の発振周波数が掃引される作用と、PLL回路の同調作用とが拮抗するので、PLLシンセサイザ50からの出力である局部発振信号の周波数変化の波形は掃引信号の波形と同周期であるが位相および波形は異なるものとなる。
- [0066] このように、PLLシンセサイザと掃引発生回路を用いる場合でもIF信号を掃引することができる。なお、この場合にも掃引を途中で止めるということはない。
- [0067] 搬送波の周波数が周波数ドリフトの影響で所定の値からずれている場合には、通常、IF信号の周波数が復調可能な規定の周波数からずれてしまい、送信信号の復調ができなくなる。しかし本実施形態では、掃引発生回路5によりPLLシンセサイザ50からの局部発振周波数を掃引する。そのため、局部発振信号と無線信号とをミキサ回路4で混合したIF信号の周波数が掃引される。すると、周波数ドリフトによる搬送波の周波数のずれと局部発振信号の周波数の掃引とにより、IF信号の周波数が所定の範囲内になる時間ができる。そのため、そのIF信号の周波数が所定の周波数の範囲内に入っている時間に送信信号の復調が可能となり、無線信号の受信を行うことができる。なお、掃引を途中で止めるということはないので、IF信号の周波数が送受信可能な範囲に入るのは短時間である。

- [0068] また、仮に搬送波の周波数が所定値であったとしても、PLLシンセサイザー50からの局部発振周波数が所定値からずれている場合には、通常は同様にIF信号の周波数が規定値からずれてしまつて送信信号の復調ができなくなる。しかし本実施形態では、周波数ドリフトによりずれた局部発振周波数を掃引する。そのため、局部発振周波数が所定の範囲内になる時間ができる。すると、PLLシンセサイザー50からの局部発振周波数の掃引範囲の中心が局部発振周波数の本来あるべき値からずれていても、掃引範囲の中に所定値が含まれてさえいれば無線信号が受信可能となる。なお、この場合にも掃引を途中で止めるということはないので、IF信号の周波数が送受信可能な範囲に入るのは短時間である。
- [0069] このようにPLLシンセサイザー50内に掃引発生回路5を付加している場合でも、IF信号を掃引して周波数ドリフトの影響を回避することができる。また、PLLシンセサイザー50を用いることにより、基準信号源として汎用周波数の安価な水晶振動子XOを用いることができ、全体に低コスト化が図れる。
- [0070] なお、PLL回路の時定数を極端に大きくとり、且つPLLシンセサイザーが同調に要する時間よりも大きな周期の矩形波状の掃引信号を用いても局部発振信号を掃引することができる。その場合、まず矩形波状の掃引信号の立ち上がりにより局部発振信号の周波数が所定値から変化する。その後、PLLシンセサイザーの同調作用により局部発振周波数がなだらかに所定値に収束しようとする。その後、掃引信号の立ち下がりにより局部発振信号が再び変化を開始し、さらに同調作用により局部発振周波数が所定値に収束しようとする。このような周波数の変調の繰り返しにより、局部発振周波数を周期的に掃引することができる。
- [0071] 次に、第5の実施形態として、無線送信機の搬送波周波数を掃引する例を図5に示す。
- [0072] この第5の実施形態は、FSK方式で変調された325MHz帯の搬送波を送信する無線送信機である。この無線送信機では、弾性表面共振子21に可変容量ダイオード22を接続し、可変容量ダイオード22のカソード側に掃引発生回路5を接続する周波数制御端子23を設け、アノード側にコード発生器16を接続する周波数制御端子24を設けている。コード発生器16にはキーレスエントリーの所定の制御を行うためのス

スイッチ回路25を設けている。ここで、電圧制御共振回路15の周波数制御端子23に掃引発生回路5からの掃引信号を印加するとともに、周波数制御端子24にスイッチ回路25の操作によりコード発生器16からの制御コード信号を印加する。この電圧制御共振回路15と増幅回路20とによって発振回路を構成する。

- [0073] ここで、電圧制御共振回路15の周波数制御端子23への掃引信号の印加により発振周波数を掃引し、周波数制御端子24への印加電圧によりFSK変調する。このようにして弾性表面共振子21の周波数を掃引信号とコード信号により変調し、その信号を増幅回路20により増幅し無線信号として送信する。
- [0074] 無線送信機の弾性表面共振子21の周波数が周波数ドリフトの影響で所定の値からずれている場合には、通常、無線受信機側でのIF信号の周波数が復調可能な所定の周波数からずれてしまい送信信号の復調ができなくなる。しかし本実施形態では、周波数ドリフトによりずれた弾性表面共振子21の周波数を掃引発生回路5により掃引する。そのため、ずれた周波数が掃引によって変調され、弾性表面共振子21の周波数が、所定値になる時ができる。すると、弾性表面共振子21の周波数の掃引範囲の中心が弾性表面共振子21の本来あるべき値からずれていても、掃引範囲の中に所定値が含まれてさえいれば、無線受信機で、無線信号が受信可能となる。なお、この場合にも掃引を途中で止めるということはない。その結果、受信した無線信号からFSK方式で変調されていたコードを復調し、制御コードと識別コードを読み取り、キーレスエントリーの所定動作を行うことができる。
- [0075] また、仮に無線送信機の弾性表面共振子21の周波数が所定の値であったとしても、無線受信機側の局部発振回路の周波数が所定の値からずれている場合には、通常は無線受信機側で、同様にIF信号の周波数が所定の値からずれてしまって送信信号の復調ができなくなる。しかし、本実施形態では無線送信機の弾性表面共振子21の周波数を掃引する。そのため、弾性表面共振子21の周波数の掃引と、周波数ドリフトによる受信機側の局部発振周波数のずれとにより、受信機側でのIF信号の周波数が所定の値になる時間ができる。その結果、IF信号の周波数が所定の周波数となった時間に送信信号の復調が可能となり、FSK方式で変調されていたコードを復調し、制御コードと識別コードを読み取り、キーレスエントリーの所定動作を行うことが

できる。

請求の範囲

- [1] 搬送波を送信信号で変調した無線信号を受信する無線受信回路と、局部発振信号を発振する局部発振回路と、前記無線信号と前記局部発振信号とを基にして前記送信信号を復調する復調回路と、を備えた無線受信機において、
前記無線信号を送信する無線送信機の搬送波周波数の周波数ドリフト幅以上の周波数帯域幅で、又は前記局部発振回路の発振周波数の周波数ドリフト幅以上の周波数帯域幅で、前記局部発振回路の発振周波数を止めることなく繰り返し掃引する発振周波数制御回路を設けたことを特徴とする無線受信機。
- [2] 前記送信信号は、誤り訂正符号を含むデジタルデータ信号である請求項1に記載の無線受信機。
- [3] 前記送信信号は、前記発振周波数制御回路により発振周波数を掃引する繰り返しの周期内に、同一内容のコードが繰り返されるデジタルデータ信号である請求項1または2に記載の無線受信機。
- [4] 前記発振周波数制御回路は、当該発振周波数制御回路により発振周波数を掃引する繰り返しの周期内で前記発振周波数を直線的に変化させる請求項3に記載の無線受信機。
- [5] 搬送波となる高周波信号を発振する発振回路と、前記搬送波を送信信号で変調して無線信号とする変調回路と、前記無線信号を送信する無線送信回路と、を備えた無線送信機において、
前記無線信号を受信する無線受信機の局部発振周波数の周波数ドリフト幅以上の周波数帯域幅で、又は前記発振回路の発振周波数の周波数ドリフト幅以上の周波数帯域幅で、前記発振回路の発振周波数を止めることなく繰り返し掃引する発振周波数制御回路を設けたことを特徴とする無線送信機。
- [6] 前記送信信号は、誤り訂正符号を含むデジタルデータ信号である請求項5に記載の無線送信機。
- [7] 前記送信信号は、前記発振周波数制御回路により前記発振回路の発振周波数を繰り返し掃引する周期内に、同一内容のコードが繰り返されるデジタルデータ信号である請求項5又は6に記載の無線送信機。

- [8] 前記発振周波数制御回路は、当該発振周波数制御回路により発振周波数を掃引する繰り返しの周期内で前記発振周波数を直線的に変化させる請求項7に記載の無線送信機。

要 約 書

搬送波に送信信号が重畳された無線信号を受信する空中線(1)と、局部発振信号を発振する(VCXO2)および周波数選波器(3)と、無線信号と局部発振信号とを基にして送信信号を復調する復調回路と、を備えた無線受信機において、空中線(1)からの搬送波周波数の周波数ドリフト幅以上の周波数帯域幅で、又は局部発振信号の周波数ドリフト幅以上の周波数帯域幅で、局部発振信号の周波数を繰り返し掃引する発振周波数制御回路を設ける。